



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 21 810 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 28 F 27/00**

⑲ Aktenzeichen: 197 21 810.5  
⑳ Anmeldetag: 26. 5. 97  
㉑ Offenlegungstag: 3. 12. 98

**RECEIVED**  
**JAN 24 2005**  
IPO  
GENERAL ELECTRIC CO.

**DE 197 21 810 A 1**

⑦① Anmelder:  
Dreibach GmbH, 76307 Karlsbad, DE  
  
⑦② Vertreter:  
H. Bartels und Kollegen, 70174 Stuttgart

⑦③ Erfinder:  
Dreibach, Joachim, 76307 Karlsbad, DE  
  
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 1 95 04 325 A1  
FR 21 74 257  
US 38 61 458  
STYPPA, H.: Schaltschrankklimatisierung.  
Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie,  
1992, S. 35-37;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Wärmeübertragers

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers in einem Wärmetauscher. Dabei erfolgt die Überwachung anhand von an oder in nächster Nähe der Oberfläche des Wärmetauchers ermittelten Meßwerten, die mit Sollwerten verglichen werden. Bei entsprechenden Abweichungen erfolgt eine Mitteilung an eine zentrale Überwachungsstelle, die den Einsatz des Wartungspersonals gegebenenfalls in Abhängigkeit von der Dringlichkeit aufgrund des Verschmutzungszustandes koordiniert.

**DE 197 21 810 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustandes eines Wärmeübertragers in einem Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 oder 2 sowie eine Vorrichtung für die Durchführung der Überwachung.

Es ist allgemein bekannt, daß der Wirkungsgrad eines derartigen Wärmetauschers mit zunehmender Verschmutzung sinkt, bis ein Funktionieren des Wärmetauschers nicht mehr sichergestellt ist und das in der Regel zu kühlende Gerät infolge Überhitzung ausfällt. Bislang werden zur Vermeidung eines Ausfallens der Geräte infolge einer Überhitzung aufgrund von Verschmutzungen die Wärmeüberträger der Wärmetauscher regelmäßig durch Sichtkontrollen überwacht und gegebenenfalls gereinigt oder ausgetauscht. Im Falle eines Versagens des Wärmetauschers können neben Ausfällen aufgrund mangelndem Wärmeaustauschs, beispielsweise bei einer Überhitzung wegen mangelnder Kühlleistung eines Kühlers, auch andere Versagensursachen vorliegen. Für das Wartungspersonal ist das Erkennen der einzelnen Ausfallursachen relativ schwierig, so daß eine umfangreiche Schulung erforderlich ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustandes von Wärmetauschern zur Verfügung zu stellen, durch das die Kontrolle von Wärmetauschern vereinfacht wird, insbesondere sollten unnötige Servicefahrten nicht mehr erforderlich sein. Zudem sollen die Anforderungen an das Wartungspersonal verringert werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruches 1 oder 2 sowie durch eine entsprechende Vorrichtung für die Durchführung der Überwachung mit den Merkmalen des Anspruches 7 gelöst.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers läßt sich mit relativ einfachen Maßnahmen sicherstellen, daß ein mit einem Wärmetauscher versehenes Gerät nicht infolge mangelnder Wärmeabgabe oder Wärmeaufnahme über den Wärmetauscher versagt. Sichtkontrollen, insbesondere unnötige Servicefahrten im Falle des Vorliegens einer relativ geringen Ablagerungsschicht sind überflüssig. Ferner kann bei der Schulung des Wartungspersonals für den Versagensfall ein Ausfallen aufgrund mangelnder Wärmeübertragung von vornherein ausgeschlossen werden. Dies erleichtert eine Fehlerdiagnose erheblich.

Die Überwachung kann sowohl anhand der Infrarotstrahlung, der Oberflächentemperatur oder der Temperatur in nächster Nähe des Wärmetauschers, als auch durch optische Überwachung erfolgen. Die ermittelten Meßwerte oder Bilder wurden mit Sollwerten verglichen. Für das optische Verfahren ist in aller Regel neben einem Empfänger eine Lampe erforderlich, damit konstante Rahmenbedingungen vorliegen.

Die Überwachung der Ablagerungsschicht kann on-line, in kontinuierlichen Abständen, mittels einzelner Fernabfragen oder vorzugsweise nur im Falle des Über- bzw. Unterschreitens des Sollwerts mittels automatischer Meldung erfolgen. Infolge einer oder mehrerer Meldungen wird der Einsatz des Wartungspersonals koordiniert.

Besonders vorteilhaft ist die Überwachung mit Hilfe eines Programms, das den Einsatzplan des Wartungspersonals in Abhängigkeit von der Dringlichkeit aufgrund des Verschmutzungszustands der überwachten Wärmeüberträger festsetzt. Dabei ist zu beachten, daß ein ausreichender Zeitraum bis zum Erreichen des abschließenden Grenzwerts, bei

dessen Überschreiten ein Versagen des mit dem Wärmetauscher verbundenen Geräts nicht mehr ausgeschlossen werden kann, gegeben ist. Mit Hilfe des Programms und bereits vorhandener Karten lassen sich die zu fahrenden Strecken für jeden Einsatztag minimieren. Auf diese Weise lassen sich erhebliche Kostenersparnisse realisieren, insbesondere wird die Arbeitszeit des Wartungspersonals optimal ausgenutzt.

Relativ sichere Meßergebnisse werden bei Überwachung anhand von zwei oder drei Meßstellen ermittelt. Im Falle von drei Meßstellen ist bei einem Überschreiten des Sollwerts an allen drei Stellen mit 98%iger Wahrscheinlichkeit von einer Ablagerungsschicht auszugehen, aufgrund derer der Wärmeübertragungskoeffizient entsprechend abgesunken ist. Dies gilt auch für das optische Verfahren.

Die Bildung der Ablagerungsschicht wird im Falle einer berührungslosen Temperaturmessung nicht oder nur bedingt beeinflusst, so daß die Meßwerte nicht oder nur minimal verfälscht werden.

Besonders vorteilhaft ist die Messung der von der zu überwachenden Oberflächen abgestrahlten Infrarotstrahlung, da auf diese Weise ein ausreichender Abstand des Meßgeräts von der Oberfläche sichergestellt werden kann und dadurch die Bildung der Ablagerungsschicht nicht beeinflusst wird.

Entsprechende Vorteile bietet auch eine Vorrichtung, die für die Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers geeignet ist. Als Wärmeüberträger kann sowohl ein Kühler als auch ein Heizelement überwacht werden.

Besonders vorteilhaft ist das Einbauen einer Überwachungsvorrichtung in Schaltkästen, insbesondere für den Mobilfunk oder die Satellitenkommunikation. Ferner können auch Umweltmeßstationen entsprechend überwacht werden. Bei der Überwachung von nur zu bestimmten Zeiten zugänglicher Umweltmeßstationen können zusätzlich entsprechende Parameter im Rahmen des Programms vorgesehen werden, die sicherstellen, daß eine Wartung rechtzeitig, beispielsweise vor Wintereinbruch erfolgen kann.

Die vorliegende Erfindung wird im folgenden anhand verschiedener Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ist in einem Schaltschrank für den Mobilfunk ein Kühlgerät in Form eines Wärmetauschers vorgesehen. Dabei wird die in Wärme umgewandelte Leistung aus dem Innenraum des Schaltschranks mit Hilfe eines Wärmeübertragers an die Umgebung abgegeben. Für die Kühlung des Wärmeübertragers wird hierbei die Umgebungsluft verwendet. Der Wärmeüberträger ist herkömmlicher Bauart und weist einzelne Lamellen aus einem im Ausführungsbeispiel ca. 0,2 mm starken Blech auf. Andere Blechdicken sind jedoch möglich.

Aus der Umgebung lagert sich beispielsweise Staub oder Blütenpollen auf der metallischen Oberfläche des Wärmetauschers und bildet eine auf dieser Oberfläche haftende Ablagerungsschicht. Mit zunehmender Dicke der Ablagerungsschicht sinkt der Wirkungsgrad des Wärmetauschers, so daß es bei herkömmlichen Geräten ab einer gewissen Dicke der Ablagerungsschicht zu einer Verschlechterung der Entwärmungsleistung und dadurch zu einer Überhitzung kommen kann.

Wird die Oberfläche des Wärmeübertragers jedoch in Hinblick auf Ablagerungen regelmäßig überwacht, so kann es zu keiner Überhitzung aufgrund der Ablagerungsschicht kommen. Gemäß dem Ausführungsbeispiel sind für die Überwachung der Oberfläche drei Sensoren vorgesehen, die an unterschiedlichen Stellen die Oberflächentemperatur einzelner Lamellen ermitteln. Dies erfolgt gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel berührungslos mittels einer Messung

der von diesen Bereichen abgestrahlten Infrarotstrahlung. Die ermittelten Meßwerte, im folgenden als Istwerte bezeichnet, werden an einen zentralen Rechner weitergegeben, an den auch Meßwerte der Außentemperatur, der relativen Luftfeuchte und sonstiger Daten der Umgebung sowie die aktuelle Leistungsaufnahme, übermittelt werden. Anhand der Umgebungsparameter sowie der Leistungsaufnahme wird vom zentralen Rechner ein Sollwert für die einzelnen Meßstellen ermittelt. Die Festlegung des Sollwerts erfolgt mittels einer vorgegebenen Berechnungsformel oder einer vorgegebenen Tabelle. Die gemessenen Istwerte werden mit diesem Sollwert verglichen. Melden alle drei Meßstellen Istwerte, die für die jeweiligen Meßstelle festgelegten Sollwert übersteigen, so kann mit 98% Wahrscheinlichkeit von einer Verschmutzung des Wärmeübertragers ausgegangen werden. Überschreiten die Istwerte den Sollwert, so wird eine entsprechende Meldung an eine zentrale Überwachungsstelle weitergeleitet. Von dieser zentralen Überwachungsstelle aus kann dann je nach Dringlichkeit eine Servicefahrt zu dem entsprechenden Schaltschrank geplant werden. Die Dringlichkeit ist dabei von dem für die Auslösung des Alarms verantwortlichen Sollwerts abhängig. Alternativ können auch unterschiedliche Meldungen in Abhängigkeit der Dringlichkeit oder eine regelmäßige Übermittlung der Ist- und Sollwerte vorgesehen werden.

Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel ist anstelle der berührungslosen Messung der Infrarotstrahlung ein Temperaturfühler vorgesehen, der an einzelnen Punkten die Temperatur ausgewählter Lamellen ermittelt. Als Meßpunkte ist hierfür vorzugsweise der äußere Bereich der Lamellen geeignet.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel erfolgt die Messung der Lufttemperatur beim Eintritt und beim Austritt aus dem Wirkungsbereich des Wärmeübertragers. In diesem Fall ist jedoch zusätzlich noch ein Belüftungssystem vorgesehen, das für eine entsprechende Luftzirkulation sorgt.

Gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel erfolgt keine Messung der Oberflächentemperatur des Wärmeübertragers sondern mit Hilfe einer Kamera, eines Photo- oder Lichtsensors wird ein Bild der Oberfläche aufgezeichnet. Damit keine Lichtschwankungen infolge unterschiedlicher Beleuchtung vorliegen, ist eine Lampe zur Beleuchtung vorgesehen, die die Meßstelle ausleuchtet. Das aufgezeichnete Bild wird mit Hilfe eines zentralen Rechners mit einem Vergleichsbild verglichen. Dieses Vergleichsbild wird bei Inbetriebnahme bzw. beim Austausch des Wärmetauschers erstellt. Mit zunehmender Verschmutzung des Wärmetauschers unterscheidet sich das aktuell aufgezeichnete Bild immer mehr vom Vergleichsbild, bis ein vorgegebener Bereich überschritten wird und dadurch eine Mitteilung an die zentrale Überwachungsstelle erfolgt.

Alternativ sind auch Kombinationen der einzelnen Meßverfahren möglich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers, der Teil eines Wärmetauschers ist, dadurch gekennzeichnet, daß für die Überwachung anhand einer Meßstelle die Infrarotstrahlung, die Oberflächentemperatur oder die Temperatur in nächster Nähe des Wärmeübertragers ermittelt wird, daß dieser Meßwert mit einem Sollwertbereich verglichen wird, wobei der Sollwertbereich anhand der Außentemperatur und/oder sonstiger Umgebungsparameter und/oder der aktuellen Leistungsaufnahme des Geräts mit Hilfe eines zentralen Rechners ermittelt wird und daß im Falle einer Abweichung von den Soll-

werten eine Mitteilung an eine zentrale Überwachungsstelle erfolgt.

2. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers, der Teil eines Wärmetauschers ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung optisch erfolgt, mit einem Sollwertbereich oder einer Sollwerttabelle verglichen wird, und daß im Falle einer Abweichung von den Sollwerten eine Mitteilung an eine zentrale Überwachungsstelle erfolgt.

3. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz des Wartungspersonals mittels eines Software-Programmes derart koordiniert wird, daß in Abhängigkeit von der Dringlichkeit aufgrund des Verschmutzungszustandes der überwachten Wärmeübertrager die zu fahrenden Strecken minimiert werden.

4. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung anhand von Messungen an zwei oder drei Meßstellen im Bereich des Wärmeübertragers erfolgt.

5. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung mittels berührungsloser Temperaturmessung erfolgt.

6. Verfahren zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur mittels Messung der von der zu überwachenden Oberfläche abgestrahlten Infrarotstrahlung ermittelt wird.

7. Vorrichtung zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmeübertragers, der Teil eines Wärmetauschers ist, mit einem Meßnehmer zur Ermittlung der Infrarotstrahlung, der Oberflächentemperatur oder der Temperatur in nächster Nähe des Wärmeübertragers, einem zentralen Rechner und Meßnehmern zur Ermittlung der Außentemperatur und/oder sonstiger Umgebungsparameter und/oder der aktuellen Leistungsaufnahme des mit dem Wärmetauscher verbundenen Geräts, wobei der zentrale Rechner dafür geeignet ist, eine Mitteilung an eine zentrale Überwachungsstelle abzugeben, wenn der ermittelte Istwert über oder unter einem, dem Rechner vorgegebenen Sollwert liegt.

8. Vorrichtung zur Überwachung des Verschmutzungszustands eines Wärmerübertragers, der Teil eines Wärmetauschers ist, mit einem Empfänger, der ein optisches Bild ermittelt und einen zentralen Rechner, wobei der zentrale Rechner dafür geeignet ist, eine Mitteilung an eine zentrale Überwachungsstelle abzugeben, wenn das Bild von einem Sollwert abweicht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder drei Meßstellen in nächster Nähe des Wärmeübertragers vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertrager ein Kühler ist und der ermittelte Istwert über einem Sollwert liegt, wenn eine Mitteilung an eine Überwachungsstelle erfolgt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren oder die Vorrichtung zur Überwachung für die Überwachung der Kühlung eines Schaltkastens betreffend den Mobilfunk, die Satellitenkommunikation oder in